

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-105451

(43)Date of publication of application : 11.04.2000

(51)Int.Cl.

G03F 1/08  
H01L 21/027

(21)Application number : 10-274871

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 29.09.1998

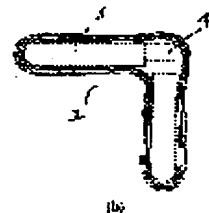
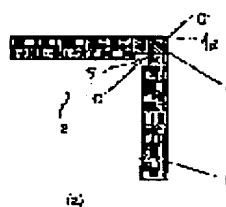
(72)Inventor : HASEGAWA YASUYUKI

## (54) PHOTOMASK

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent deformation of a pattern at a mask corner part at the time of transferring the pattern in a photomask used when the minute pattern of a semiconductor element is formed.

**SOLUTION:** In the photomask used when the minute pattern of the semiconductor element is formed, an auxiliary phase shifter 4 which prevents the pattern at the mask corner part from being rounded and has size smaller than resolution limit of a projection optical system is provided at the mask corner part. Thereby a transferring pattern of more sharpness can be obtained while obtaining a similar effect as by a conventional method to enable obtaining similar effect as in a conventional one (or more effect than in the conventional one) by a simple form.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3466488

[Date of registration] 29.08.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-105451  
(P2000-105451A)

(43) 公開日 平成12年4月11日 (2000.4.11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 3 F 1/08		G 0 3 F 1/08	A 2 H 0 9 5
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-274871

(22) 出願日 平成10年9月29日 (1998.9.29)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 長谷川 泰之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

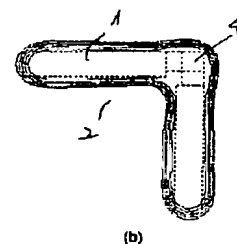
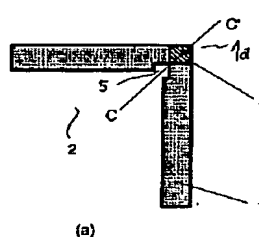
Fターム (参考) 2H095 B802 B803 B836

(54) 【発明の名称】 フォトマスク

(57) 【要約】

【課題】 半導体素子の微細パターン形成時に用いられるフォトマスクにおいて、パターン転写時にマスクコーナー部でのパターンの変形を防ぐ。

【解決手段】 本発明のフォトマスクは、半導体素子の微細パターン形成時に用いるフォトマスクにおいて、マスクコーナー部に、該マスクのコーナー部のパターンが丸みを帯びるのを防ぐ、投影光学系の解像限界以下のサイズの補助的な位相シフト (4) を設けてなることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体素子の微細パターン形成時に用いるフォトマスクにおいて、マスクコーナー部に、該マスクコーナー部のパターンが丸みを帯びるのを防ぐ、投影光学系の解像限界以下のサイズの補助的な位相シフトを設けてなることを特徴とするフォトマスク。

【請求項2】 前記位相シフトは、マスクコーナー部外側に配置、形成されることを特徴とする請求項1に記載のフォトマスク。

【請求項3】 前記位相シフトは、マスクコーナー部に、矩形形状をもって配置、形成されることを特徴とする請求項1に記載のフォトマスク。

【請求項4】 前記位相シフトは、マスクコーナー部に、コーナー部形状より大き目に形成され、かつ該位相シフトの透過率は1以下であることを特徴とする請求項3に記載のフォトマスク。

【請求項5】 マスクコーナー部内側に、該内側のパターンが丸み帯びることを防ぐ切り欠きを備えてなることを特徴とする請求項1ないし請求項4いずれかに記載のフォトマスク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体素子の微細パターン形成時に用いられるフォトマスクに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体素子の製造工程において、レジストにパターンを転写する際に使用されるマスクは、KrF、ArFなどの紫外光(DUV)を使用する場合にはクロム/石英マスクが、X線を使用する場合にはAu/Si(またはW/SiC)などが使用されている。DUVマスクでは、光を透過する性質をもつ材質(石英)上に光を遮光する材質(クロム)を成膜し、レジストが所望の形状になるようパターンニングされる。通常はマスクの形状はレジストに形成するパターンの形状と同じもしくは相似の形状をなしている。

【0003】また、半導体素子のパターンが露光波長の解像限界程度以下のサイズである場合に、直角パターンのコーナー部が丸くなる(その他ラインが短くなる、パターン細りなど)などの現象が顕著になる。このパターンの劣化を防ぐ方法として、補助的なパターンを用いる、もしくはパターンに切り欠き部をつくる方法がある。この技術はパターンが劣化することを予想して、マスクの形状を一部変形させて所望のレジストの転写パターンを得る方法である。

【0004】例えば、特開昭58-200238号公報では、正方形もしくは長方形パターンの四隅の直角部に、解像限界以下のサイズであって単独ではレジストを転写しない補助パターンを設けることによって、パターンのコーナー部の丸まりを抑えている。また、特開平4

161956号公報では、パターンのコーナー部の角が0~180度であれば、マスクのコーナー部の角が形成されるパターンのコーナー部の角より小さくされ、180~360度であれば、マスクのコーナー部の角が形成されるパターンのコーナー部より大きくされるように補正をかけるという方法が用いられている。

【0005】一方、半導体素子のパターンが露光波長の解像限界程度ないしそれ以下のサイズである場合に、解像度を向上するために位相シフトを使用する技術がある。位相シフト技術では開口部において通常に透過する部分と逆位相(位相が180°シフトしている)の部分形成させ、その境界では光振幅がお互いに干渉して打ち消し合うことを利用して高解像度を得る。

【0006】位相シフト技術の代表としては、レベソソンの位相シフトがあげられる。この技術は、遮光部に間に挟んだ2つの透光部の内、どちらか一方の光の位相を反転させ、高い解像度を得る(例えば特開昭62-50811号公報など)。また、位相シフトを補助パターンとして利用する技術として、例えば特開平3-89346号公報では、複数に近接して存在するライン状の透光部群の最外郭のパターンに用いる投影光学系の解像限界以下である位相シフトを使用する技術が提案されている。これら補助パターンと位相シフト双方の技術を応用した技術としては、例えば所望の矩形パターンを得る(特開平4-05656号公報)技術などがある。

【0007】さて、補正をかけないマスクを図8(a)に、図8(a)のマスクを使用した場合転写されるポジ型レジストパターンの光強度の等高線図をシミュレーションによって求めた結果を図8(b)に示す。投影光学系の条件は露光波長:248[nm](KrFエキシマレーザー)、NA:0.6、コヒーレントファクタσ:0.45、1/5縮小投影系、ライン線幅0.18[μm]を用いた。以下のシミュレーションではこれと同様の光学条件を用いている。

【0008】図8(b)に示すように、遮光部1のラインコーナー部において、外側1aでは光の回折効果によって光強度が強まり、このためレジストに転写されるレジストパターンはラインコーナー部の内側に向かって丸まる。また内側1bでは、同様に光の回折効果によって本来透光部1となる領域においてレジストを感光するのに十分な光強度を持っていないため、やはりラインコーナー部の内側に向かって丸まる。

【0009】これに対し従来法ではマスク形状を変形させることで補正を行う。図8のマスク形状に対して従来法による補正の実施例を図9に示す。図9(a)はマスクの形状例であり、ラインのコーナー部外側に補助的な例えば鍵型のパターン3設けるとともに、内側に切り欠き部5を設けるという形で、マスクの遮光部1の形状を変形させている。図9(b)に、レジストに転写される光強度の等高線図をシミュレーションによって求めた結

10

20

30

40

50

果を示す。図 8 (b) に比べてラインコーナー部における丸まりが抑えられているのがわかる。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら従来法では補正を行うために、特にコーナー部外側に微細なパターンを補助的に設ける際に、マスク形状が複雑になるといった問題点がある。

【0011】 本発明では、開口であってもサイズが露光波長の解像限界程度以下では遮光性を持つようになること、及び位相シフトが解像度向上の作用を持つこと、の双方の特徴を同時にかつ効果的に利用できるように、マスクコーナー部において位相シフトを補助パターンとして設ける。これにより、第 1 に従来法と同様の効果を得ながらさらにシャープな転写パターンを得る、第 2 に単純な形状で従来程度（もしくはそれ以上）の効果を得ることが可能となる。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 に記載の発明は、半導体素子の微細パターン形成時に用いるフォトマスクにおいて、マスクコーナー部に、該マスクのコーナ

部のパターンが丸みを帯びるのを防ぐ、投影光学系の解像限界以下のサイズの補助的な位相シフトを設けてなることを特徴とするフォトマスクである。

【0013】 請求項 2 に記載の発明は、前記位相シフトは、マスクコーナー部の外側に配置、形成されることを特徴とする請求項 1 に記載のフォトマスクである。

【0014】 請求項 3 に記載の発明は、前記位相シフトは、マスクコーナー部に、矩形形状をもって配置、形成されることを特徴とする請求項 1 に記載のフォトマスクである。

【0015】 請求項 4 に記載の発明は、前記位相シフトは、マスクコーナー部に、コーナー部形状より大き目に形成され、かつ該位相シフトの透過率は 1 以下であることを特徴とする請求項 3 に記載のフォトマスクである。

【0016】 請求項 5 に記載の発明は、マスクコーナー部内側に、該内側のパターンが丸み帯びることを防ぐ切り欠きを備えてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 いずれかに記載のフォトマスクである。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施例を図 1 ないし図 3 にしたがって説明する。

【0018】 図 1 (a) に本発明の一実施例のフォトマスクの形状例を示す。

【0019】 本実施例では上記の課題を解決するため、マスクコーナー部において開口の微小で補助的な位相シフト 4 を設ける。ラインコーナー部内側に、内側のパターンが丸みを帯びることを防ぐため、マスクの遮光部に切り欠き 5 を設けることは従来法と同じである。図 1

(b) は、レジストに転写される光強度の等高線図をシミュレーションによって求めた結果を示す。図 8 (b)

に比べてマスクコーナー部における丸まりが抑えられているのがわかる。

【0020】 また、上記において、開口の位相シフト 4 を透過した透過光は、透光部 2 の透過光と逆位相の関係にある。この位相シフト 4 のサイズを投影光学系の解像限界程度以下のサイズになるように適切に選択すれば、投影光をすべて透過させることができず、透光部 2 というよりもむしろ遮光部 1 としての作用を持たせるようにすることができる。したがって、図 1 (a) で開口である位相シフト 4 を設けた部分において、パターンが切断されるということはない。さらに、位相シフト 4 をレジストを感光させない程度に透過した透過光は、マスクの透光部 (2) を透過した透過光と逆位相の関係を持つ。したがってその境界において、透過光がお互いに干渉しあうため光強度の勾配が急峻になり、解像度の向上につながる。

【0021】 上記の効果を図 2 に示す。図 2 はマスクに変更無し (図 8 (a) A-A')、従来法 (図 9 (b) B-B')、本実施例 (図 1 (a) C-C') における光強度をプロットしたグラフである。グラフ X がマスクに変更なし、グラフ Y が従来法、グラフ Z が本実施例の各光強度を示しており、斜線は希望する転写パターンの位置である。図 2 は本実施例における効果を端的に示している。すなわち、本実施例における位相シフト 4 が遮光性を持つため、補助パターン (図 9、符号 3 参照) を用いる従来法と同様の効果を持つこと、また、位相シフトの効果により光強度の勾配が急峻であることである。なお、シミュレーションでは露光光源に KrF エキシマレーザーを仮定したが、同様の効果が ArF エキシマレーザーや露光波長の異なる他の光源を用いても同様の効果を得ることができる。

【0022】 また、図 9 (a) に示す従来法でのマスクパターン、および図 1 (a) に示す本実施例におけるマスクパターンの形状を比較する。従来法ではラインコーナー部の外側 1 a に補助パターン 3 による段差が形成されるが、本実施例ではラインコーナー部外側 1 a に段差が生じることがなく、マスク形状を単純に形成できる。微小で複雑なマスクパターンの場合、それが正常なパターンであっても、マスク検査の際に汚染物や疑似欠陥として誤って検出されることがあり問題となる。本実施例によればマスク形状を単純にできるのでマスク検査の際の誤測定を減らすことができる。

【0023】 上述の図 1 (a) に示すパターンは本発明の特徴的なパターンを示すが、これを応用した図 3 (a) から (d) に示すパターンでも同様である。

【0024】 図 3 (a) はマスクコーナー部に、コーナー部そのままの形すなわち単純な矩形形状の位相シフト 4 を配置、形成したものである。図 4 に、グラフ X: マスクに変更無し (図 8 (a) A-A')、グラフ Y: 従来法 (図 9 (b) B-B')、グラフ Z: 本実施例 (図

3 (a)) における光強度をプロットしたものを示す。図 4 より明らかなように、図 1 の実施例と同様の効果を有するとともに、図 3 (a) に示す位相シフト 4 では、形が矩形でしかもサイズが他に比べて大きいので、マスクを単純にできるのみならず、マスク作成時において汚染物による影響が少なくできる利点がある。

【0025】なおパターンとしては従来法に比べて単純ではないものの、従来法に比較して十分に解像度の向上が望まれ、転写パターンの形状を所望のものに近づけることができるならば、マスクパターンが単純にはならないが、図 3 (b) ~ (d) のようなパターン例も好適である。

【0026】図 3 (b) は従来法 (図 9 (a) 参照) と構造は似ているが、外側 1 a の補助パターン 3 の部分が位相シフト 4 に置き換わっている点が異なる。図 5 に、マスクに変更無し (図 8 (a) A-A')、従来法 (図 9 (b) B-B')、本実施例 (図 3 (b)) における光強度をプロットした、グラフ X、Y、Z を示す。図 5 により、図 3 (b) に示すパターン例でも、位相シフトの効果のため、従来法に比較して光強度の勾配が急峻であり、同じサイズの補助パターンでありながら光の回り込みが少なくなっていることが分かる。このため従来法に比べてより効果的に補助パターンとしての役割を持たせることができる。

【0027】図 3 (c) はマスクコーナー部の外側部分の補正量が大きすぎる場合を考慮したものであり、位相シフト 4 をマスクコーナー部よりはみ出さない位置に配列、形成したものである。図 6 に、マスクに変更無し

(図 8 (a) A-A')、従来法 (図 9 (b) B-B')、本実施例 (図 3 (c)) における光強度をプロットした、グラフ X、Y、Z を示す。図 3 (c) では、図 3 (b) に比べ補正量を少なくしているが、光強度の勾配が急峻であるため、図 3 (b) のパターン例と同様にシャープな転写効果が得られる。

【0028】図 3 (d) は、図 1 (a) のパターン例と比較して明らかなように、マスクコーナー部に、たて、よこのライン幅より大きい寸法を有する、若干大き目の位相シフト 4 を配列、形成したものである。このような形状の場合位相シフトはそのサイズが大きいため、パターン内で光強度が大きくなる。この場合には位相シフト 4 の透過率を 1.0 以下にすることでパターン内の光強度を弱くすることができる。図 7 はマスクに変更無し

(図 8 (a) A-A')、従来法 (図 9 (b) B-B')、本実施例 (図 3 (d)) における光強度をプロ

ットした、グラフ X、Y、Z (1、2) を示す。Z 1 は図 3 (d) のパターンで位相シフト 4 の透過率を 1.0、Z 2 は同位相シフト 4 の透過率を 0.5 にした場合のシミュレーション結果である。透過率が 1.0 の場合に比べ、パターン内の光強度が抑えられているため、パターン内でレジストが露光されにくくパターンの断線などが起こりにくい。なお、両者とも図 7 に示すとおり光強度の勾配は急峻であるため、従来法と比べシャープなパターンが得られることは言うまでもない。

【0029】なお、図 3 において、フォトマスクのマスクコーナー部の内側のパターンパターンが丸みを帯びることを防ぐため、マスクコーナー部の遮光部 2、あるいはコーナー部に配置、形成した位相シフトに切り欠き 4 を設けている。

【0030】以上、図示、または説明を省略したが、上記の効果を満たすフォトマスクの形状、位相シフトの配列、形成であれば図 1 (a) および図 3 (a) ~ (d) の形状例以外にも種々のものが可能である。

【0031】

【発明の効果】以上の説明のように本発明にかかるマスクによると、半導体装置の製造工程においてレジストにパターンを転写する際にラインパターンのコーナー部が丸まるという問題に対して、従来の補助パターンを用いる改良法に比べてシャープな転写像を得ることができ、なおかつ単純な構造のマスクパターンで転写パターン形状の劣化を防ぎ、所望のものに近いパターンを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例を説明する図である。

【図 2】図 1 の特性を説明するための図である。

【図 3】本発明の他の形状例を説明する図である。

【図 4】図 3 (a) の特性を説明するための図である。

【図 5】図 3 (b) の特性を説明するための図である。

【図 6】図 3 (c) の特性を説明するための図である。

【図 7】図 3 (d) の特性を説明するための図である。

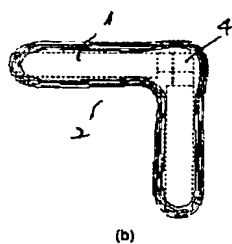
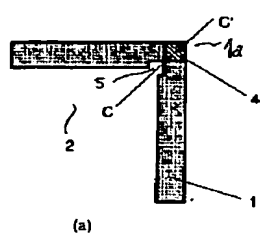
【図 8】マスク形状に変更のない従来例を説明する図である。

【図 9】マスク形状を改良した従来例を説明するための図である。

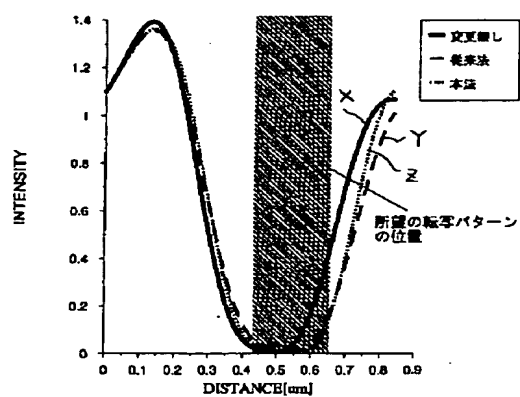
【符号の説明】

- 1 遮光部
- 2 透光部
- 4 位相シフト
- 5 切り欠き

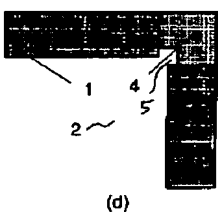
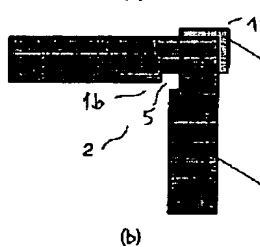
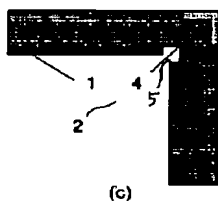
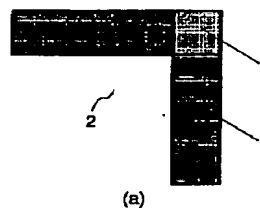
【図1】



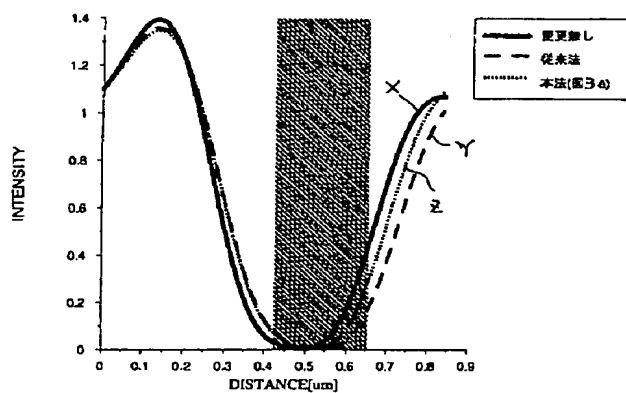
【図2】



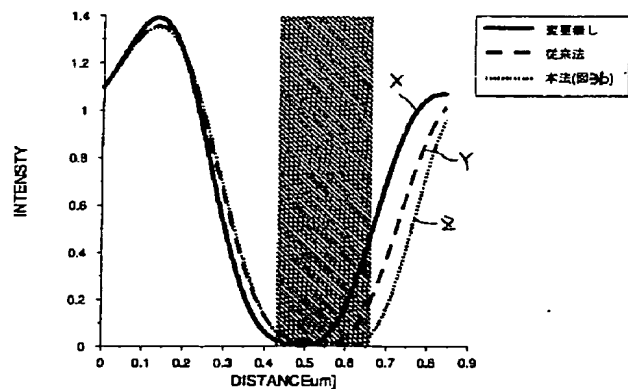
【図3】



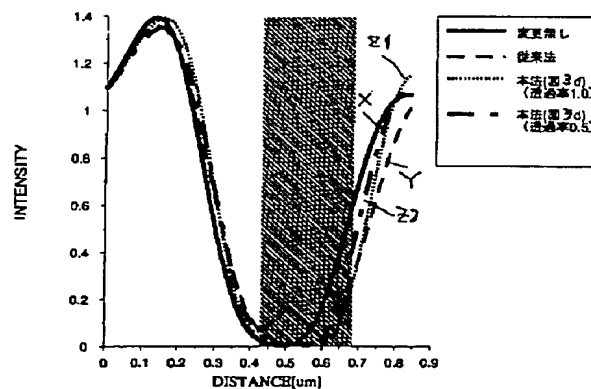
【図4】



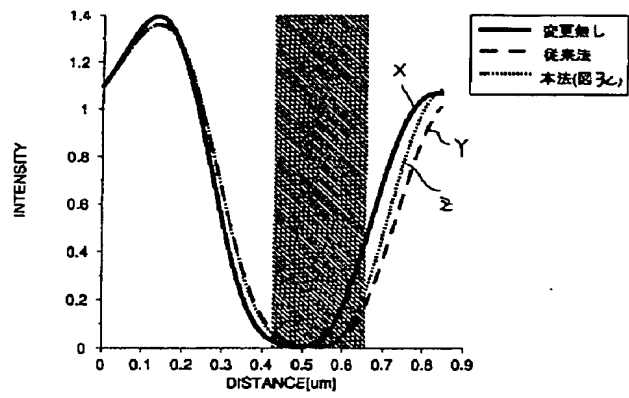
【図5】



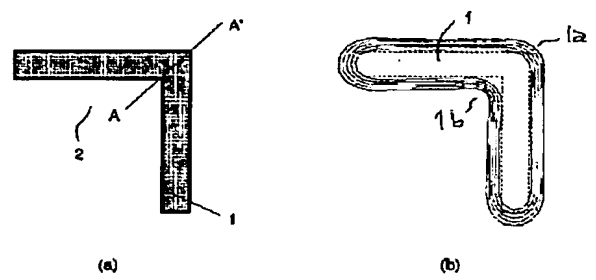
【図7】



【図6】



【図8】



【図9】

